Aus dem hygienischen Institut der Universität Tübingen.
Vorstand: Prof. Dr. K. Wolf.

Die Tübinger Kanalisation
und die
Stuttgarter Nutzwasserversorgung.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
in der
Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
unter dem Präsidium
von
Prof. Dr. Kurt Wolf,
o. ö. Professor der Hygiene, Vorstand des hygien. Instituts in Tübingen
der
hohen medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen
vorgelegt von
Adolf Lenz,
approb. Arzt z. Z. im Feld.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Tübingen
Druck von H. Laupp jr
1917.

Der Druck der Arbeit verzögerte sich durch Kriegsausbruch um $2^1/_2$ Jahre.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen.

Referent: Prof. Dr. v. Baumgarten.

März 1917.

Die Abwässer der Stadt Tübingen fließen zum größten Teil in alten Kanälen, die nicht überall das gehörige Gefäll haben und sicher auch nicht vollkommen dicht sind, auf kürzestem Wege dem Neckar zu. Die Stadtgemeinde hat zwar damit begonnen moderne Kanäle zu verlegen. Die hohen Kosten verhindern es aber, daß der Ausbau des gesamten Kanalnetzes der Stadt so rasch vor sich geht, als dies wünschenswert wäre.

Es leiden besonders die klinischen Anstalten der Universität darunter. Es mußte ihnen wegen der Beschaffenheit der Kanäle versagt werden, die Aborte mit Wasserspülung zu versehen und alle Abwässer einschließlich der Fäkalien aus dem Bereich des Klinikerviertels wegzuspülen. Die Fäkalien werden in den Kliniken, wie in der übrigen Stadt in Abortgruben gesammelt und oberirdisch abgefahren.

Um den hiermit verbundenen Mißständen abzuhelfen, hat die Stadtgemeinde Tübingen, nachdem ihr hierzu ein namhafter Beitrag des Staates zugesichert worden war, beschlossen, die Abwässer des Geländes der Kliniken von der übrigen Stadt gesondert zu behandeln. Es soll sofort ein Kanal von der Größe gebaut werden, daß er später die Abwässer des gesamten Ammerstadtteils aufnehmen kann. Dieser soll aber zunächst nur die Abwässer der Kliniken und der anderen Universitätsgebäude, die von ihm leicht zu erreichen sind einschließlich der Fäkalien aus den dann mit Wasserspülung ver-

sehenen Aborten abschwemmen und einer Kläranlage zuführen, die unterhalb Lustnau am Neckar zu stehen kommen soll. Für diese Anlage ist die mechanische Klärung nach dem System der Emscher oder Kremerbrunner vorgesehen. Die gereinigten Abwässer sollen dem Neckar zufließen. Die Kläranlage soll im Laufe der Zeit so erweitert werden, daß sie die Abwässerung der ganzen Stadt verarbeiten kann.

Gegen diesen Plan hat die Stadt Stuttgart Einspruch erhoben. Stuttgart ist eine der wenigen Städte Deutschlands, die nach dem System der Zweiteilung mit Wasser versorgt wird. Das Trinkwasser fließt aus Straßenbrunnen, die über das ganze Stadtgebiet verstreut sind, so daß sie einigermaßen bequem von allen Einwohnern erreicht werden können. Es ist Quellwasser. Das Nutzwasser wird in die Häuser geleitet. Es ist filtriertes Neckarwasser.

Die Unzuträglichkeiten und nicht zuletzt die hygienischen Bedenken, die gegen diese Art der Wasserversorgung erhoben wurden, hat zu einem großartigen Plan der Wasserversorgung nicht nur von Stuttgart, sondern der gesamten Umgebung und noch anderer Orte, die günstig gelegen sind, geführt. „Die Landeswasserversorgung“ will das Wasser am Fuß der Alb, nördlich von Ulm in der Gegend von Langenau entnehmen und mit Hilfe von großen Bauten nach Stuttgart befördern. Diese Wasserversorgung ist zurzeit im Bau begriffen.

Trotzdem die Kläranlage von Tübingen keinerseits früher fertig werden kann, als Stuttgart sein erstes Wasser von Langenau bekommt, hält Stuttgart seinen Einspruch aufrecht und begründet ihn damit, daß das Neckarwasserwerk auch nachdem die Landeswasserversorgung fertig ist, für öffentliche Zwecke, Industrie usw.

weiterbetrieben werden müsse, und daß Störungen in der Zuleitung die Stadt zwingen könnte die alte Nutzwasserleitung wieder in Gang zu bringen. Das wäre unmöglich, sobald mit den Abwässern von Tübingen Fäkalien dem Fluß übergeben würden. Die Gesundheit der Stuttgarter Einwohnerschaft würde dadurch aufs Spiel gesetzt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung nachzuforschen, ob diese Einsprache von Stuttgart zu Recht besteht. Das soll geschehen, indem erstens der Grad untersucht wird, bis zu dem der Neckar jetzt und voraussichtlich später nach Errichtung der Kläranlage durch Tübingen verschmutzt wird, indem zweitens erörtert wird, ob es wahrscheinlich ist, daß die Abwässer von Tübingen sich im Neckar bis zur Wasserentnahmestelle von Stuttgart bemerkbar machen können und indem drittens die Frage beantwortet wird, ob die Tübinger Abwässer die einzige Gefahr sind, der das Stuttgarter Neckarwasserwerk ausgesetzt ist.

1. Verschmutzung des Neckars durch die Abwässer der Stadt Tübingen. Der Neckar, der aus Hochmooren des Schwarzwaldes entspringt, hat mehr als 100 km durchlaufen, ehe er Tübingen erreicht. An seinen Ufern liegen eine große Reihe von Ortschaften, nirgends aber solche größerer Ausdehnung. Die größte Gemeinde, Schwenningen mit 15 400 E., liegt ganz in der Nähe der Quelle, die letzte Gemeinde vor Tübingen ist Rottenburg mit 7 600 Einwohner. Zwischen ihr und Tübingen durchläuft der Fluß etwa 11 km. Das Bett des Neckars ist steinig, das Gefälle sehr groß. Die Quelle liegt 698, Tübingen 305 m über N. N. Das Wasser im Fluß wird demnach fortwährend durchmischt und reichlich gelüftet, die Geschwindigkeit mit der es fließt, ist groß. Er führt:

bei niederstem Wasserstand 4,85 Sec. cbm Wasser

bei mittlerem Niederwasser	12,60	Sec. cbm Wasser
bei Mittelwasser	23,90	Sec. cbm Wasser
bei größtem Hochwasser	855,0	Sec. cbm Wasser

Die Geschwindigkeit des Flusses schwankt bei Niedrigwasser oberhalb Tübingen zwischen 1 m und 0,32 m Sek. Sie verlangsamt sich unmittelbar oberhalb der Stauwehr bis auf 0,06 m Sek.

Alle diese Verhältnisse bewirken, daß der Neckar als reiner Fluß das Weichbild der Stadt Tübingen betritt. In Tübingen, das er in etwa 2 km langem Lauf durchfließt, sind in den letzten Jahren eine Reihe von Flußbauten ausgeführt worden, die die Beschaffenheit des Wassers stark beeinflussen. Sofort beim Betreten der Stadt zweigt ein Flutkanal ab, der die früher vorhandene Ueberflutung eines großen Teils des Stadtgebiets bei Hochwasser beseitigt, und am Ende seines Laufes in Tübingen ist ein Stauwehr eingebaut worden, das der Gewinnung von Elektrizität dient.

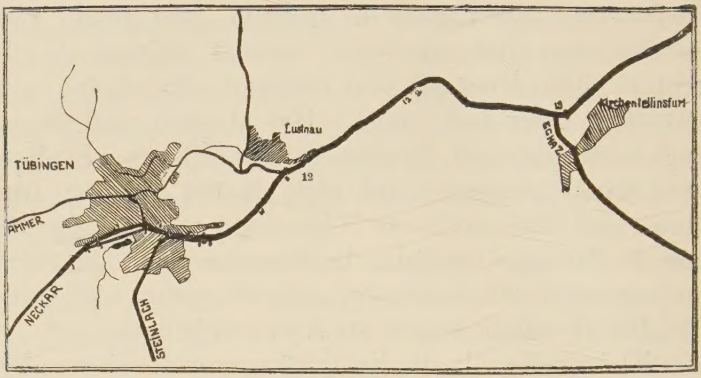
Während der Fluß früher in eiligem Lauf durch Tübingen floß und er alle Abwässer, die ihm von beiden Seiten her übergeben werden, rasch aus Tübingen hinausbeförderte, wirkt jetzt der Anstau reichlich 900 m flußaufwärts, so daß etwa die Hälfte des Flußlaufes in Tübingen unter der Einwirkung des Stauwehrs steht. Die Abwässer bewegen sich nur langsam vorwärts und das Mischungsverhältnis wird besonders zu Niederwasserzeiten viel ungünstiger. Die Steinlach, die von rechts her in den gestauten Neckar einmündet, wirkt nur in Zeiten reichlicher Niederschläge verdünnend, sie ist in trockenen Monaten wasserfrei.

Die Abwässer von Tübingen bestehen aus Regen-, Haus- und Küchenwässer. Die wenigen biologischen und noch weniger chemisch mechanischen Kläranlagen für

Abortwässer fallen nicht ins Gewicht. Der größte Teil der Fäkalien wird, wie schon erwähnt, oberirdisch abgeführt. Die Abwässer sind demnach offiziell frei von Fäkalien. Man darf jedoch nicht glauben, daß sie es auch tatsächlich sind. In allen nicht kanalisierten Städten wird damit gerechnet, daß etwa ⅓ der Fäkalien den Haus- und Küchenwässern beigemischt werden. Das ist auch in Tübingen der Fall; die Einwohner sind hier nicht andersgeartet, wie anderswo, auch sie suchen sich ihrer Abfallstoffe auf die bequemste Art zu entledigen.

Kleinere Kanäle, die die Abwässer von nur einem oder wenigen Häusern mit sich führen, münden längs des ganzen Laufes des Neckars in die Stadt von links und rechts ein. Der erste etwa 30 m oberhalb der Abzweigung des Flutkanals. Größere Mengen Abwasser führt der Neckarmüllereikanal, der links kurz vor der Eberhardsbrücke einfließt und der Kanal rechts unmittelbar unterhalb des Wehrs. Er führt alle Abwässer des jenseits der Eisenbahn gelegenen, sog. Industrieviertels. Die Zuflüsse setzen auf eine Strecke von etwa 2 km aus, dann bringt die Ammer alle Abwässer des Ammerviertels.

Um sich ein Bild von dem Grad der Verunreinigung zu machen, die der Neckar durch die Tübinger Abwässer erfährt, wurde das Wasser an verschiedenen Tagen chemisch, bakteriologisch und biologisch untersucht. Es wurden zu diesem Zweck an folgenden 13 Stellen Proben entnommen. Das Wasser wurde aus der Mitte des Flusses ungefähr in 30 —50 cm Tiefe von der Oberfläche entnommen. Die Entnahmestellen sind auf dem Plan durch Kreuze bezeichnet.



1. Am Pfingstgraben, oberhalb der Stadt,
2. 100 m oberhalb der Eisenbahnbrücke,
3. Alleebrücke,
4. Uhlandsbrücke,
5. Eberhardbrücke,
6. Schwabenhaus,
7. Wingolfhaus,
8. Unmittelbar oberhalb des Stauwehrs,
9. 100 m unterhalb des Stauwehrs,
10. 700 m unterhalb des Stauwehrs,
11. 1000 m unterhalb des Stauwehrs,
12. Lustnauer Brücke vor Einmündung der Ammer,
13. Kirchentellinsfurther Brücke vor Einmündung der Echatz.

Die letzte Entnahmestelle bei Kirchent. liegt etwa 4½ km unterhalb der Lustnauer Brücke.

Beim Begehen der Flußufer und beim Befahren mit dem Nachen sieht man nirgends die Zeichen hochgradiger Verschmutzung. Ueble Gerüche, die der Fluß ausströmt oder aufsteigende Gasblasen, die auf Gärungserscheinungen im Schlamm hindeuten, sind an keiner Stelle zu beobachten. Das Wasser ist noch über die 4. Entnahmestelle hinaus durchsichtig und klar, sobald

mehrere Tage lang kein Regen niedergegangen ist. Der Flußgrund ist rein. Das Wasser wird erst von der 5. Entnahmestelle an, nachdem der Neckarmüllereikanal eingeflossen ist, getrübt. Dieser ist es auch, der in Verbindung mit den übrigen Kanälen bewirkt, daß sich allmählich eine geringe Schlammschicht bildet. Diese ist jedoch weder hochgradig, noch geht sie — wie eben erwähnt — in Zersetzung über. Sobald das Wehr hochgezogen wird, genügt der entstehende Unterstrom, um sie zu beseitigen. Unterhalb des Wehrs wird der Neckar, der nun wieder in seinem alten Bett in vielfachen Stürzen und Strudeln dahinströmt, sehr bald wieder klar.

Es liegen im ganzen drei vollständige Untersuchungsreihen vor. Die erste von ihnen wurde von Herrn Dr. med. Pietzcker, früher Med.-Pr. am Institut, mit Wasser ausgeführt, das Ende Nov. 1912 entnommen worden war. Ich habe die Proben zu meinen Untersuchungen geschöpft am 25. Mai und 18. Juli 1914.

Von diesen Reihen geben die beiden ersten das beste Bild, weil sie bei demselben, und zwar mittelhohem Wasserstand, der längere Zeit bestanden hatte, angestellt worden sind. Der 2. Untersuchung gingen Regengüsse voraus, jedoch war das Wasser bei der Entnahme klar. Bei der dritten war das Hochwasser eben abgeflossen, es waren aber infolge fast täglicher Regengüsse immer noch Schwankungen im Füllungszustand des Flusses vorhanden.

Untersuchungsergebnisse.

Chemische Untersuchung.

Das Neckarwasser ist ziemlich reich an gelösten chemischen Stoffen. Der Verdampfrückstand des moorigen Wassers der Quelle beträgt 550 bis 600 mg im Liter. Die im Oberlauf dem Fluß zuströmenden wasserreichen Zuflüsse des Schwarzwaldes — Buntsandsteinformation — verdünnen die Salzlösung etwas. Das Wasser des Eschbachs, des ersten großen Zuflusses, hat z. B. nur 200 mg Verdampfrückstand. Bald aber kommen von rechts her die Abflüsse der Schwäbischen Alb und reichern das Wasser wieder an. Drei Analysen, die in verschiedenen Jahren, alle aber bei mittelhohem Wasserstand ausgeführt wurden, mögen die Zusammensetzung des Neckarwassers, entnommen kurz bevor der Neckar das Tübinger Gebiet betritt, zeigen.

	27. XI. 06.	26. V. 09.	5. X. 13.
Verd. Rückstand	564,8	452,8	722
Chlor	12,25	15,6	23,0
Schwefelsäure (SO_3)	77,8	97,2	123,0
Magnesiumoxyd	27,6	37,7	41,0
Calciumoxyd	190,4	132,0	174,0
Kieselsäure	12,8	—	7,5
Sauerstoffverb.	0,59	1,1	3,8

Der Verdampfrückstand stellt sich demnach ungefähr zwischen 4—600 mg im Liter ein. Der hohe Schwefelsäuregehalt ist dem Neckarwasser von seinem Ursprung an eigen. In der Quelle wurden laut Analysenjournal des Hyg. Inst. am 19. Juni 1910: 104,7, und unterhalb

Deißlingen, das vor dem Einfluß des Eschbachs liegt, 128,5 mg SO_3 im Liter gefunden. —

Die chemische Zusammensetzung des Neckarwassers ändert sich durch die Abwässer von Tübingen nur wenig. Die bei den Untersuchungen gewonnenen Zahlen sind in der Tabelle 1—3 zusammengestellt.

1. Pietzcker, entnommen am Ende Nov. 1912 Farbe des Flusses grün.

Tabelle 1.

Entnahmestelle	Verdampfrückstand	Oxydierbarkeit	Chlor
Pfingstgraben	430	1,9	14,0
Eisenbahnbrücke	495	1,35	12,0
Alleebrücke	465	1,71	13,0
Uhlandsbrücke	459	2,10	16,0
Eberhardbrücke	475	1,70	13,0
Höhe des Schwabenhauses	455	2,60	11,0
Höhe des Wingolfhauses	450	1,80	11,0
direkt oberhalb des Wehrs	430	1,80	14,0
200 m unterhalb des Wehrs	450	1,40	14,0
700 m unterhalb des Wehrs	510	2,20	13,55
1000 m unterhalb des Wehrs	475	2,40	12,55
Lustnau	495	0,75	11,0
Kirchentellinsfurth	495	0,85	13,0

2. entnommen am 25. Mai Farbe des Flusses grün.

Tabelle 2.

Entnahmestelle	Verdampfrückstand	Oxydierbarkeit	Chlor
Pfingstgraben	290,8	6,16	9,1
Eisenbahnbrücke	320,0	5,87	9,6
Alleebrücke	332,0	5,75	10,16
Uhlandsbrücke	310,8	6,26	11,77
Eberhardbrücke	366,0	5,25	10,70
Höhe des Schwabenhauses	366,0	4,50	11,77

Entnahmestelle	Verdampf-rückstand	Oxydier-barkeit	Chlor
Höhe des Wingolfhauses	324,8	4,54	10,70
direkt oberhalb des Wehrs	382,4	5,16	12,30
200 m unterhalb des Wehrs	352,0	4,96	17,10
800 m unterhalb des Wehrs	341,6	9,04	10,90
Brücke Lustnau	304,0	8,84	12,00
1500 m unterhalb Lustnau	411,2	6,26	12,20
Brücke Kirchentellinsfurth	406,0	5,55	13,40

3. entnommen am 18. Juli Farbe des Flusses gelbgrün trüb.

Tabelle 3.

Entnahmestelle	Verdampf-rückstand	Oxydier-barkeit	Chlor
Pfingstgraben	505,2	4,21	12,84
Eisenbahnbrücke	472,0	3,95	12,95
Alleebrücke	457,2	4,16	13,38
Uhlandsbrücke	408,0	4,21	11,45
Eberhardbrücke	491,2	4,10	12,84
Höhe des Schwabenhauses	453,2	3,95	11,77
Höhe des Wingolfhauses	451,2	3,95	12,09
direkt oberhalb des Wehrs	436,8	3,79	12,84
ca. 200 m unterhalb des Wehrs	497,2	3,58	13,59
ca. 800 m unterhalb des Wehrs	482,8	3,68	12,57
Brücke Lustnau	483,6	3,63	11,77
ca. 1500 m unterhalb Brücke Lustnau	500,8	3,31	14,98
Brücke Kirchentellinsfurth	489,2	3,16	12,84

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung zeigen, daß die Zusammensetzung des Neckarwassers unter dem Einfluß der Tübinger Abwässer sich kaum ändert. Die einzelnen Werte schwanken zwar und es scheint, daß je weiter der Fluß sich im Stadtgebiet vorwärts bewegt, der Gehalt an den gelösten Stoffen zunimmt. Die Ergebnisse der Untersuchungen 2 und 3 zeigen aber, daß Regen-

güsse die chemische Zusammensetzung des Wassers ganz erheblich mehr beeinflussen, als die Tübinger Abwässer.

Es ist aus den Werten jedoch zu entnehmen, daß erstens der Einfluß der Tübinger Abwässer auf die Zusammensetzung des Neckarwassers nicht groß sein kann, und daß zweitens, wenn überhaupt ein Einfluß nachweisbar wäre, er bei Lustnau, jedenfalls aber bei Kirchentellinsfurth verschwunden ist.

Bakteriologische Untersuchung:

Die Keimzahlen sind in Tabelle 4 enthalten. Das Wasser wurde mit Gelatine, die nach der Vorschrift des kaiserl. Gesundheitsamts hergestellt war, vermischt.

Die Zahlen sind das Mittel von 3 gegossenen Platten und bedeuten Keime in 1 cm.

Tabelle 4.

Entnahmestelle	30. XI. 13.	24. V. 14.	16. VII. 14.
Pfingstgraben	700	14 235	350
Eisenbahnbrücke	700	8 835	900
Alleebrücke	7 500	10 568	2 100
Uhlandsbrücke	10 000	13 488	1 250
Eberhardbrücke	28 000	9 095	1 550
Höhe des Schwabenhauses	40 000	13 488	1 800
Höhe des Wingolfhauses	34 000	11 473	3 950
direkt oberhalb des Wehrs	27 000	8 040	3 700
100 m unterhalb des Wehrs	52 000	11 485	4 800
700 m unterhalb des Wehrs	55 500	4 127	1 650
Brücke Lustnau	58 000	9 797	1 500
1500 m unterhalb Brücke Lustnau	1 000	5 784	2 250
Brücke Kirchentellinsfurth	1 000	25 525	6 000

Die Keimzahlen sagen in ihrem Endergebnis einerseits dasselbe aus, wie die chemische Untersuchung. Der

Keimgehalt des Neckarwassers wird am meisten durch Regengüsse beeinflußt. Die Einwirkung der Tübinger Abwässer ist unterhalb von Lustnau und bei Kirchentellinsfurth nicht mehr nachweisbar. Anderseits aber ist aus ihnen zu lesen, daß die Abwässer sich infloge der Anstauung vielmehr bemerkbar machen, als es der Fall wäre, wenn der Neckar noch wie früher, rasch an der Stadt vorbeifließen würde. Die erste der Untersuchungen, die wie erwähnt, als maßgebend für die Beantwortung der Frage nach dem Grade der Verschmutzung des Neckars durch die Tübinger Abwässer anzusehen ist, zeigt Erhebungen in der Höhe des Schwabenhauses und unmittelbar unterhalb des Wehrs. Die erste Erhebung ist bedingt durch reichliche Mengen Abwässer, die sich allmählich in dem gestauten Flußteil ansammeln. Je weniger Wasser der Fluß führt, je länger das Wasser in der Wehrwage verbleiben muß, umso ungünstiger wird das Verhältnis zwischen Fluß- und Abwasser werden. Die Abnahme an den beiden Entnahmestellen näher dem Wehr zu ist zu erklären durch Sedimentation. Der erneute Anstieg endlich unterhalb des Wehrs ist zurückzuführen einmal auf das Wasser des Kanals, der dort in den Fluß fließt, ferner aber auch darauf, daß nicht nur das oberflächliche, durch Sedimentation gereinigte Wasser über das Wehr fließt, sondern daß sich auch viel bakterienreiches Wasser vom Boden des Flusses zumischt.

Bestimmung des Colititers:

Der Colititer wurde mit 1% Traubenzuckerbouillon bestimmt, die, nachdem sie mit Flußwasser geimpft war, bei 37° im Brutschrank gehalten wurde.

Es soll hier nochmals auf die Frage eingegangen

werden, ob die Bestimmung des Colititers einen Anhaltspunkt für die Güte eines Wassers liefern kann. Das hygienische Institut steht im allgemeinen an dem Standpunkt Härtners [1]), der die Methoden des Colinachweises nicht für brauchbar zur Beurteilung von Wasser hält. Dieser Standpunkt des Instituts kommt auch zum Ausdruck in der Dissertation von Vogel [2]). Es ist im besonderen darauf hingewiesen, daß die Bestimmung des Colititers vollständig bei der Untersuchung von Flußwasser versagt.

Zu diesem Ergebnis kommen auch die vorliegenden Untersuchungen. Der Colititer, kenntlich durch Gasbildung und Trübung der Traubenzuckerbouillon war bei allen Proben positiv mit 1,0 und 0,1 ccm Wasser, bei allen Proben negativ mit 0,0001 ccm. Die Probe der Entnahmestelle 6 war bei einzelnen Untersuchungen getrübt. Gasbildung war jedoch nie zu beobachten. Der Colititer war ferner positiv bei den meisten Proben mit 0,01 und 0,001 ccm Wasser. Es zeigt sich aber vielfach, daß die Proben mit geringeren Keimzahlen höheren Colititer — also 0,001 — hatten, während es sich bei den mit höheren Keimzahlen auf 0,01 stellte. Bei der Untersuchung am 30. Nov. 1913 (1. Untersuch.) war der Colititer z. B. positiv mit 0,001 bei den Proben der Entnahmestelle 1, 4 und 13 negativ bei 3 und 7. Das erscheint unmöglich. Es beweist jedenfalls, daß die Bestimmung des Colititers für Flußwasseruntersuchungen nicht den Anspruch erheben kann maßgebend zu sein.

---

[1]) Zeitschrift für Hyg. Bd. 67 S. 55.

[2]) Beiträge für Kritik der Wasseruntersuchsmethoden. Tübingen 1912.

Biologische Untersuchung.

Die Flora und Fauna des Neckars ist vom Hyg. Institut im Laufe der letzten Jahre mehrfach studiert worden. Das, was ich hierüber gebe, beruht demnach nicht ausschließlich auf eigener Untersuchung. Es sind vielmehr auch Ergebnisse enthalten, die früher gemacht wurden.

Ausschlagend für den Grad der Reinheit irgend eines Flusses ist die Bestimmung der Fischarten, die in ihm vorkommen. Gewisse Fischarten kommen nur in ganz reinem Flußwasser vor, andere wieder können mehr oder weniger stark verunreinigtes Wasser vertragen. In ganz stark verunreinigtem Flußwasser leben keine Fische.

Der Neckar wird durch Tübingen in keinem Abschnitt so stark mit Abwässer überlastet, daß alles Fischleben aufhören würde. Aesche und Forellen, die gegen Verunreinigungen durch Abwässer empfindlichsten Fischarten, werden jedoch nur bis zur Alleenbrücke und dann oft wieder an der Lustnauer Brücke gefunden. Hier an der Einmündungsstelle der stark verunreinigten Ammer ist einer ihrer Lieblingsstandorte. Das wird auch von den Fischern ausgenutzt. Die Fische stehen im reinen Neckarwasser und stoßen gegen die Leckerbissen vor, die die Ammer mitführt. In der Ammer selbst halten sich nur Aale und vereinzelt Schuppfische auf.

Die mikroskopische Untersuchung des tierischen und pflanzlichen Lebens im Neckar kommt zu genau demselben Ergebnis. Es sind mit zahlreichen Probeentnahmen bei verschiedenen Füllungszuständen des Flusses bis zur Entnahmestelle 3 immer nur Katharobien und Oligosaprobien gefischt worden. Es konnten hier weder

im Plankton, noch festhaftend auf Steinen, an Holzpfählen usw. Arten gefunden werden, die auf stärkere Verunreinigung hindeuten. Diese treten erst von der Entnahmestelle 4 an auf. Es sind jedoch an den Entnahmestellen 5 und 6 neben Poly- und Mesosaprobien auch Obligosaprobien vorhanden. Diese zuletzt genannten fehlen sodann bis zur Entnahmestelle 8; sie stellen sich erst von 9 an wieder ein. Es treten hier auch wieder Katharobien auf, die dann bei 11, 12 und 13 neben den Mesosaprobien reichlich nachzuweisen sind.

Es wurden folgende Arten bestimmt [1]):

1. Cladophera fracta Kg.

2. Cladothrix dichatoma
   Navicula cuspidata
   Closterium lunula Ehrbg.

3. Oscillaria tenuis
   Oscillaria tenerrima
   Synedra Ehrenberg.
   Leptomitus lacteus
   Beggiatoa alba trevis
   Vorticella campanula

(Es werden drei Absätze gemacht. In den ersten kommen die Oligo-, den zweiten die Meso-, in den dritten die Polysaprobien. Es werden auch die von Herrn Pietzcker bestimmten aufgenommen).

[1]) Herrn Prof. Dr. Lehmann vom bot. Institut, der mich hierbei unterwies, danke ich für die Hilfe bestens.

Im Schlamm oberhalb des Wehrs wurden gefunden: Chironomus plumosus, Closterium parvulum, Chaetogaster diaphanus, Gammarus fluviatilis, Asellus aquaticus, Beggiatoa alba, Crustaceen, Oligochaeten.

Die Tübinger Abwässer verschmutzen den Neckar also nur auf eine ganz kurze Strecke so stark, daß Meso- und Polysaprobien darin gedeihen können. Daß dies geschehen kann, ist jedoch lediglich nur die Folge der Anstauung und des Umstandes, daß jetzt noch die Abwässer in den gestauten Teil des Flusses eingelassen werden. Die genannten Arten, die auf stärkere Verunreinigung des Flusses hindeuten, werden um so zahlreicher gefunden, je weniger Wasser der Fluß führt. Bei Mittel- und Hochwasser fehlen sie.

Dieser Zustand der Verunreinigung, in dem sich der Neckar oberhalb des Wehrs zu gewissen Zeiten befindet, ist nur vorübergehend. Es ist geplant, auch die Abwässer des im Neckartal liegenden Stauteils in einem Sammelkanal weiter abwärts bis zu der Kläranlage zu führen. Wird die Wehrwage frei vom Abwasserzufluß gehalten, dann wird die Verschmutzung des Flusses nirgends so groß werden, daß die Zeichen des 2. und 3. Grades der Verunreinigung sich einstellen; denn der Mißstand ist lediglich darin zu suchen, daß die Abwässer jetzt unmittelbar in den gestauten Fluß eingeleitet werden.

2. Die angebliche Gefährdung des Stuttgarter Neckarwasserwerks durch die Tübinger Abwässer.

Die Frage ob die Tübinger Abwässer sich bis zur Wasserentnahmestelle in Stuttgart bemerkbar machen können, wäre einfach mit dem Hinweis auf die vorstehenden Untersuchungen und besonders damit zu beantworten, daß sich schon 2 km unterhalb der letzten

Kanalmündung wieder Fische im Fluß vorfinden, die gegen Verunreinigung durch städtische Abwässer außerordentlich empfindlich sind. Es würde damit bewiesen sein, daß die Verunreinigung des Neckars durch die Tübinger Abwässer sich nicht sehr weit flußabwärts bemerkbar machen. Da aber in der Einsprache der Stadt Stuttgart vor allem auf die Möglichkeit hingewiesen wird, daß Krankheitserreger flußabwärts getragen werden und in die Stuttgarter Nutzwasserleitung gelangen können, so soll diejenige Frage so eingehend wie möglich behandelt werden.

Wie lang die Strecke ist, auf die hin ein Fluß durch die Abwässer einer Stadt verunreinigt wird, hängt ab von seiner Wassermenge, der Geschwindigkeit und dem Grad der erlittenen Verunreinigung. Die Wassermenge des Neckars ist oben zu 4,58 Sec. cbm bei Niedrigwasser angegeben. Die Geschwindigkeit mit der er fließt, ergibt sich daraus, daß der Höhenunterschied zwischen Tübingen und Stuttgart 67 m beträgt, und daß die Flußstrecke etwa 60 km lang ist. Wie im Oberlauf, so ist der Grund des Flusses auch unterhalb Tübingen steinig, so daß viele kleine Wasserstürze und Wirbel gebildet werden. Das Wasser wird reichlich gelüftet. Es sind in dieser Teilstrecke etwa 10 Wehre eingebaut. Das erste liegt 14 km unterhalb des Tübinger Stauwehrs. Die Geschwindigkeit des Flusses ist demnach jedenfalls für diese 14 km, die für die Verarbeitung der Tübinger Abwässer in erster Linie in Betracht kommen, größer als 0,6 m in der Sekunde.

Der Grad, bis zu dem die Tübinger Abwässer bei ihrem Einfluß in den Neckar verdünnt werden, ergibt sich aus der Berechnung ihrer Menge und ihrer Zusammensetzung. Im allgemeinen wird gerechnet, daß ebensoviel Wasser als Abwasser die Stadt verläßt, als die Wasser-

versorgung in Gestalt von Trinkwasser hineinbefördert hat. Der Wasserverbrauch betrug in Tübingen im Jahre 1913 73 Liter auf den Kopf und den Tag der Bevölkerung. Die Abortwasserspülung wird bewirken, daß diese Zahl sich auf etwa 90 L. erhöht. Tübingen zählte 1913 etwa 19 000 Einwohner, die Abwassermenge ist also mit täglich 1800 cbm hoch eingeschätzt.

Die stündliche Abwassermenge von 75 cbm wird bei Niedrigwasser von 17 500 cbm Neckarwasser aufgenommen. Es wurde also der Grad der Verdünnung von 1 : 100, der unbedingt innegehalten werden muß, wenn Abwässer in einen Fluß eingeleitet werden dürfen, selbst dann erreicht, wenn angenommen werden soll, daß alles Tübinger Abwasser nicht in 24 St., sondern in 12 Tagesstunden in den N. einfließt.

Die hier aufgestellte Berechnung bezieht sich auf die gesamte Einwohnerschaft Tüb. Es ist zwar zunächst nur geplant, das Universitätsviertel zu kanalisieren. Die Stadt Stuttgart wird sich aber wohl mit Recht sagen, daß, wenn erst eine Kläranlage für einen Teil der Stadt gebaut ist, der andere Teil der Stadt bald nachfolgen wird. Insofern bezieht sich die Einsprache auf Entwässerung von ganz Tübingen.

Wenn die Menge der Fäkalien, die nach Errichtung der Kläranlage den Abwässern Tübingens beigemischt sein werden, getrennt berechnet werden soll, so nehmen wir mit Lehmann [1]) an, daß 100 000 E. im Jahr 3316,6 Tonnen Faeces und 42 829 Tonnen Urin liefern, die Fäkalien der Einwohnerschaft von Tübingen, das sind 20 000 Menschen, würden also im Jahr auf 663,3 Tonnen zu berechnen sein. Es kämen auf den Tag etwa 2000 kg

[1]) Zitiert nach Weyl, Handb. d. H. Bd. 2.

Faeces und 25 500 kg Urin. Die Fäkalien würden 1,5 % der gesamten Abwässer ausmachen.

Diese Zahl ist viel zu hoch berechnet, denn ein großer Teil der Tübinger Einwohnerschaft treibt Landwirtschaft. Dieser wird, solange er das tut, nicht zu bewegen sein, Aborte mit Wasserspülung einzurichten. Er wird nach wie vor den Abortgrubeninhalt zur Düngung der Felder verwenden wollen. Das wird ihm auch gewährt werden können, es wird nur darauf ankommen, den Stadtteil mit landwirtschafttreibender Bevölkerung von der übrigen Stadt abzugrenzen und von der Schwemmkanalisation auszuschließen.

Von den festen Stoffen, die die Gesamtabwässer mitführen, werden in der Kläranlage die Hälfte zurückgehalten; nur die Hälfte fließt in den Fluß.

Auf Grund dieser Vorlegungen ist zu der Ansicht zu kommen, daß die Verhältnisse im Neckar für die Abschwemmung der Tübinger Abwässer einschließlich der Fäkalien äußerst günstig liegen, und daß die Stadt Tübingen ein Uebriges tut, wenn sie ihre Abwässer in einer Kläranlage soweit vorbehandeln will, daß ihnen die Hälfte der Schmutzstoffe genommen werden. Es wäre vom Hygien. Standpunkt aus nichts dagegen einzuwenden, wenn die Tübinger Abwässer nach nur grobmechanischer Reinigung z. B. in einem Klärbecken in den Fluß abgeschwemmt würden. Mehr zu verlangen, wie dies die Einsprache der Stadt Stuttgart tut, zu fordern, daß Tübingen seine Abwässer in einer biologischen Kläranlage reinige, ehe sie in den Neckar fließen, dürfte viel zu weit gehen, nicht nur aus den angegebenen Gründen, sondern auch des Kostenaufwandes wegen. Wir schließen uns da den Worten Schmidtmanns [1]) an, der sagt:

[1]) Vierteljahresschr. f. ger. Med. 08. II. F. Bd. 35 S. 336.

„Es ist nicht berechtigt, da eine weitgehende und kostspielige Reinigung zu verlangen, wo der nach den Vorflußverhältnissen erforderliche Reinheitsgrad mit einfacherem Verfahren erreicht werden kann, zumal da durch weitgehende Forderungen die Mittel für andere nützliche Zwecke verbraucht werden."

Wir können von der Forderung der Tübinger Abwässer so weitgehend wie möglich auch um deswillen Abstand nehmen, weil bis nach Stuttgart kein einziges Gemeinwesen Wasser zur Wasserversorgung aus dem Neckar nimmt, und weil der nächste Ort unterhalb Tübingen erst nach 15 km am Neckar liegt.

Anderwärts sind ebenfalls Städte kanalisiert worden, ohne daß der Fluß und die an ihm liegenden Ortschaften Schaden genommen haben. Als bestes Beispiel, das hier angeführt und an das man sich halten kann, wenn man sich den Einfluß vorstellen will, den die Tübinger Abwässer voraussichtlich auf den Neckar haben werden, ist die Stadt Marburg anzuführen. Die Verhältnisse sind hier wie dort ungefähr gleich. Marburg hat etwa 22 000 Einwohner. Die Lahn faßt 3,1 cbm Sec. Niedrigwasser, ihre Geschwindigkeit wird auf 6—7 m in der Minute, also 0.1 m in der Sekunde angegeben und das Gefäll unterhalb Marburg 7 m auf 7 km. Auf das Gutachten von Fränkel hin, das dieser 1892 abgab [1]), genehmigte die Behörde den Plan der Stadtgemeinde Marburg, nachdem alle Abwässer der Stadt einschließlich der Fäkalien in die Lahn abgeschwemmt werden sollten, nachdem sie in einem Klärbecken von den groben Schwimm- und Sinkstoffen befreit worden wären. Die Wirkung der Marburger Ab-

[1]) Vierteljahrschr. f. ger. Med. Bd. 7 S. 321.

wässer auf die Lahn läßt sich besser nicht aussprechen, als indem wir die Worte Kißkalts [1]) anführen. Er sagt:

„Die Lahn kommt nach Gießen als reiner Fluß; ihr Wasser ist klar, ein Einfluß der Marburger Abwässer ist nicht zu bemerken.“ Gießen liegt etwa 35—40 km unterhalb Marburg.

Die Verhältnisse liegen bei Marburg demnach etwas ungünstiger wie bei Tübingen. Die Stadt ist etwas größer, der Fluß führt ziemlich erheblich weniger Wasser, und fließt außerdem langsamer. Nach Kißkalt schwankt die Geschwindigkeit der Lahn bei Gießen zwischen 0,08 und 0,72 m Sec. Sie ist also stellenweise nicht viel größer, als die des Neckars in der Wehrwage von Tübingen.

Trotz dieser etwas ungünstigeren Verhältnissen ist die Lahn nach 35—40 km Lauf von dem Einfluß der Marburger Abwässer wieder befreit. Es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, daß der Neckar nicht genau ebenso mit den Tübinger Abwässern fertig wird. Es ist jedenfalls gänzlich ausgeschlossen, daß die Tübinger Abwässer sich über eine Strecke von 60 km Flußlauf bemerkbar machen und imstande sind, das Stuttgarter Neckarwasserwerk zu gefährden.

3. Hat das Stuttgarter Neckarwasserwerk nur die Tübinger Abwässer zu fürchten?

Wir haben bisher den Neckar bis zur Brücke in Kirchentellinsfurth etwa 7 km unterhalb Tübingen verfolgt. Wir wollen jetzt weiter mit ihm gehen und wollen uns die Zuflüsse ansehen, die er bis zur Entnahmestelle des Stuttgarter Neckarwasserwerks erhält.

Bei Kirchentellinsfurth fließt die Echatz in den Neckar. Sie führt die Schmutzwässer von Reutlingen und

[1]) Zeitschr. für Hygiene Bd. 53 S. 305.

Umgegend mit sich. Es sind in der Hauptsache Fabrikabwässer, mit denen sie beladen wird. Sie muß aber auch reichlich Haus- und Küchenwasser aufnehmen. Ihr Wasser ist infolgedessen stark verschmutzt. Es ist zu allen Zeiten undurchsichtig und sieht grauschwarz aus. Daß das Wasser der Echatz nicht ungefährlich ist, beweist die Typhusepidemie in Reutlingen im Herbst des Jahres 1909. Sie ist dadurch entstanden, daß von einem Sammelschacht des Reutlinger Wasserwerks aus ein Stichrohr nach dem Arbach, einem Nebenfluß der Echatz, gelegt worden war. Es wurden im Schlamm des Baches Typhusbazillen nachgewiesen [1]).

Bis Plochingen sind weder die Zuflüsse, die der Neckar erhält, noch die Ortschaften, die an ihm liegen, bedeutend. Er hat auf dieser von der Kirchentellinsfurther Brücke an gemessenen 29 km langen Strecke Gelegenheit, sich zu reinigen und erhält wenig neue Verunreinigungen. Bei Plochingen aber tritt er in das Hauptindustriegebiet Württembergs ein, die Orte sind dicht bevölkert. Eine Fabrik liegt neben der andern. Sie benutzen zum großen Teil den Neckar als Wasserkraft und übergeben ihm ihre flüssigen Abfallstoffe. Keiner der Orte, Eßlingen z. B. mit 36 000 E. ist kanalisiert. Küchen-, Haus- und Regenwässer fließen auf dem kürzesten Weg in den Neckar. Das ist gefährlich, weil die Infektionserreger die z. B. beim Wäschewaschen oder unmittelbar von Bazillenträgern in die Kanalwässer gelangen, frisch und ungeschädigt sind und länger dem Flußwasser widerstehen. Der Neckarlauf mißt von Eßlingen bis zur Wasserentnahmestelle von Stuttgart 9 km.

Die große Menge Fabrikabwässer, die der Neckar auf der Strecke Plochingen-Stuttgart aufnehmen muß, hat

[1]) Mediz. Bericht von Württ. 1909 S. 113.

außerdem den Nachteil, daß das Neckarwasser verändert wird. Es werden ihm oft Stoffe zugeführt, die unangenehm riechen und schmecken. Sie sind durch keine Reinigungsverfahren, vor allem nicht durch Filtration aus dem Wasser zu entfernen.

Das Stuttgarter Neckarwasserwerk hat demnach nicht sowohl die Tübinger, als vielmehr die Verunreinigungen zu fürchten, die dem Fluß von unmittelbar oberhalb Cannstatt am Neckar gelegenen Ortschaften zugeführt werden.

Es ist vom hyg. Standpunkt aus betrachtet als nicht richtig anzusehen, wenn jemand auf der einen Seite dagegen Einsprache erhebt, daß eine Stadt ihre nach einem erprobten Verfahren gereinigten gesamten Abwässer dem Fluß übergibt, während er es auf der anderen Seite für belanglos hält, wenn dieselbe Stadt und mit ihr noch viele andere, ihre flüssigen Abfallstoffe unmittelbar ohne Reinigung in den Fluß laufen lassen. Es ist wie es scheint weiter nichts als die Angst vor dem Wort „Fäkalien", die einer solchen Einsprache zugrunde liegt. Es darf nicht gesagt werden, daß Fäkalien, selbst wenn sie noch so verändert und vollständig zerstört sind, mit dem Abwasser in den Fluß fließen; es wird aber ruhig hingenommen, wenn sie, ohne daß es offiziell bekannt und erlaubt ist, in noch so großen Mengen unverändert und ganz frisch hinein gelangen. Daß Fäkalien bei jeder Städteentwässerung mit oberirdischer Fäkalabfuhr unerlaubterweise in die Kanäle abgeführt werden, lehrt die Erfahrung. Es ist darauf oben hingewiesen worden.

Wir werden uns dem Neckarwasser gegenüber auf denselben Standpunkt stellen müssen, den der Reichsgesundheitsrat dem Rheinwasser gegenüber einnahm, als er um ein Gutachten angegangen worden war über die

Einsprache, die die Stadt Worms gegen die geplante Kanalisation von Mannheim erhoben hatte. Worms nahm das Trinkwasser aus dem Rhein. Die Entnahmestelle lag nur 12 km unterhalb der geplanten Einmündungsstelle der Mannheimer Kanäle. Worms wendete ein, daß dadurch die Gesundheit seiner Einwohner gefährdet würde. Der Reichsgesundheitsrat hielt in seinem Gutachten [1]) die Einsprache nicht für begründet. Er führte eine ganze Reihe von Gründen für diese Ansicht an und sagte, worauf es uns hier vor allem ankommt ist, daß das Rheinwasser schon jetzt (d. h. vor dem Bau der Mannheimer Kanalisation) als gesundes Trinkwasser nicht anzusehen ist.

Genau ebenso ist das Neckarwasser schon jetzt, gleichgültig ob Tübingen die Kanalisation baut, oder nicht, als gesundes Trinkwasser nicht anzusehen. Wenn die Möglichkeit vorhanden ist, daß das Stuttgarter Nutzwasser getrunken wird oder auf irgend eine andere Weise die Bevölkerung zu schädigen vermag dann ist das Neckarwasserwerk außer Tätigkeit zu setzen, und die Stadt Stuttgart muß ihren Plan, es auch nachdem die Langenauer Landwasserversorgung fertig gestellt ist, weiter zu betreiben, fallen lassen.

Zusammenfassung.

1. Die Verunreinigung des Neckars durch Abwässer von Tübingen ist gering. Sie ist schon 4 km unterhalb des letzten Zuflusses so gut wie nicht mehr nachweisbar.

2. Die Verunreinigung nimmt stärkere Grade an bei Niederwasser innerhalb des gestauten Flußteils, aber nur

[1]) Arb. a. d. Kais. Ges. A. Bd. 20. S. 338.

deshalb, weil jetzt noch Abwässer unmittelbar in diesem Teil des Flusses eingeleitet werden.

3. Ist die Tübinger Kanalisation fertig ausgebaut und der gestaute Flußteil von Abwässern befreit, dann wird der Neckar nicht stärker, sondern sogar weniger verunreinigt werden, zumal es geplant ist, die Abwässer vor Ablieferung an den Fluß durch eine mechanische Kläranlage soweit zu reinigen, daß die Hälfte des mitgeführten Schmutzes zurückgehalten wird.

4. Bei der Beschaffenheit des Neckarwassers der starken Verdünnung der Abwässer im Fluß und der Länge des Weges ist ganz undenkbar, daß die Tübinger Abwässer sich bis zur Entnahmestelle des Stuttgarter Nutzwasserwerkes bemerkbar machen und daß sie dem Wasser gesundheitsschädliche Eigenschaften verleihen könnten.

5. Das Stuttgarter Nutzwasserwerk erscheint nicht sowohl gefährdet durch die Tübinger Abwässer, als vielmehr durch die Abwässer der Ortschaften, die am Flußlauf Plochingen-Stuttgart also der Wasserentnahmestelle viel näher gelegen sind als Tübingen. Alle diese Ortschaften leiten zwar nur die Plansch-Wässer in den Neckar ein und halten die Fabriken fern; es ist aber genügend bekannt, daß in allen Städten mit oberirdischer Fäkalienabfuhr ein großer Teil der Fäkalien den Abwasserkanälen übergeben wird. Die Krankheitserreger, die auf diese Weise dem Flußwasser beigemischt werden, sind vollkommen frisch und ungeschädigt, sie sind zweifellos gefährlicher, als diejenigen, die eine Kläranlage durchlaufen haben, wo sie schon im Kampf ums Dasein mit Fäulniserregern geschädigt und teilweise abgetötet werden.

Lebenslauf.

Ich Adolf Lenz, bin am 8. April 1890 in Tübingen als Sohn des Adolf Lenz geboren. Ich besuchte hier 2 Jahre die Elementarschule, 8 Jahre die Realschule Tübingen und 2 Jahre die Oberrealschule Reutlingen, wo ich im Sommer 1908 das Zeugnis der Reife erhielt. Mein medizin. Studium begann ich mit dem Wintersemester 1908 in Tübingen, siedelte im nächsten Sommer nach Freiburg über, kehrte im folgenden Winter nach Tübingen zurück, um hier im Frühjahr 1910 die ärztliche Vorprüfung abzulegen. Das 6. Semester verwendete ich um dem Militärdienst beim I.-R. 180 zu genügen.

Nachdem ich das 7. Semester in Tübingen verbrachte, studierte ich das 8. Semester in Kiel von wo ich wieder nach Tübingen zurückkehrte, wo ich im Dezember 1913 die ärztliche Staatsprüfung bestand.

Als Medizinalpraktikant war ich 4 Monate im Augustakrankenhaus in Bochum und 3 Monate am hygienischen Institut in Tübingen tätig, von wo ich als Unterarzt in den Heeresdienst eintrat. Im September 1914 erlangte ich dann die ärztliche Approbation.